

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Circuit arrangement for protecting electrical devices and systems against overvoltages

Patent Number: DE3834514

Publication date: 1990-04-12

Inventor(s): KRETSCHMANN DIETMAR (DE); OELS WOLF-DIETER DR ING (DE)

Applicant(s): ASEA BROWN BOVERI (DE)

Requested Patent: DE3834514

Application Number: DE19883834514 19881011

Priority Number(s): DE19883834514 19881011

IPC Classification: H02H3/20

EC Classification: H02H9/04C, H02H9/06

Equivalents:

Abstract

The object of the invention is to develop the overvoltage-protection arrangement known from the prior art (German Offenlegungsschrift 3,611,793, German Offenlegungsschrift 3,606,287) in such a way that transients with high voltage-rise rate and/or high frequency cycling and/or voltage peaks lying below the varistor operating voltage can be optimally damped. According to the invention, it is proposed to provide thermal fuses (SI1(theta), SI2(theta)), for an RC series circuit consisting of a first resistor (R1) and a first capacitor (C1), or of a second resistor (R2) and a second capacitor (C2), respectively, to be electrically connected in parallel to the first varistor (VDR1) and to the second varistor (VDR2) in each case, and for both the electrical components (SI1(theta), VDR1, R1, C1) arranged in a first modular subassembly (I) and the electrical components (SI2(theta), VDR2, R2, C2) arranged in a second modular subassembly (II) to be coupled together in thermally conducting manner. The circuit-arrangement development according to the invention allows improved damping of voltage peaks which are particularly steep, high-frequency and lie below the varistor operating voltage and thereby provides improved transient protection for electrical devices.



Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Offenl. gungsschrift
(11) DE 3834514 A1

(51) Int. Cl. 5:
H 02 H 3/20
// H02H 3/22,9/06

DE 3834514 A1

(21) Aktenzeichen: P 38 34 514.5
(22) Anmeldetag: 11. 10. 88
(43) Offenlegungstag: 12. 4. 90

(71) Anmelder:
Asea Brown Boveri AG, 6800 Mannheim, DE

(72) Erfinder:
Kretschmann, Dietmar, 5880 Lüdenscheid, DE; Oels,
Wolf-Dieter, Dr.-Ing., 4600 Dortmund, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 32 14 400 C2
DE 37 21 837 A1
DE 36 32 224 A1
DE 36 06 287 A1
DE 32 31 066 A1
US 45 86 104
EP 1 73 016 A2

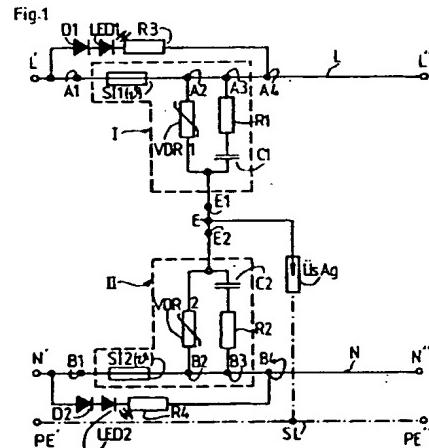
DE-Z: N.N.: Steckbare Varistoren als Schutz gegen
Spannungsspitzen. In: Elektronik, 25/13.12.1985,
1985, S.16;

(54) Schaltungsanordnung zum Schutz elektrischer Geräte und Anlagen vor Überspannungen

Aufgabe der Erfindung ist es, die aus dem Stand der Technik (DE-OS 3611793, DE-OS 3606287) bekannte Überspannungsschutzanordnung so auszubilden, daß sowohl Transienten hoher Spannungssteilheit und/oder hoher Frequenzfolge und/oder unterhalb der Varistor-Anspruchsspannung liegende Spannungsspitzen optimal gedämpft werden können.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, daß Temperatursicherungen ($SI_1(\vartheta)$, $SI_2(\vartheta)$) vorgesehen sind, daß dem ersten Varistor (VDR_1) sowie dem zweiten Varistor (VDR_2) jeweils eine RC-Serienschaltung aus einem ersten Widerstand (R_1) und einem ersten Kondensator (C_1) bzw. aus einem zweiten Widerstand (R_2) und einem zweiten Kondensator (C_2) elektrisch parallel geschaltet ist und daß sowohl die in einer modularisierten ersten Baugruppe (I) angeordneten elektrischen Bauelemente ($SI_1(\vartheta)$, VDR_1 , R_1 , C_1) als auch die in einer modularisierten zweiten Baugruppe (II) angeordneten elektrischen Bauelemente ($SI_2(\vartheta)$, VDR_2 , R_2 , C_2) untereinander thermisch leitend gekoppelt sind.

Die erfindungsgemäße Ausbildung der Schaltungsanordnung erlaubt die verbesserte Dämpfung von insbesondere steilen, hochfrequenten sowie unterhalb der Varistor-Anspruchsspannung liegenden Spannungsspitzen und bietet damit einen erhöhten Transienten-Schutz elektrischer Geräte.



DE 3834514 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Schutz elektrischer Geräte und Anlagen vor Überspannungen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Mit zunehmendem Einsatz der Mikroelektronik in elektrischen Geräten und Systemen werden diese in wachsendem Ausmaß durch Transienten beeinflußt. Transienten sind kurzzeitig ($<8,5$ ms) und zufällig auftretende Spannungsspitzen. Die charakteristische Wellenform kann sinus- oder exponentiellförmig sein. Als Ursachen von Überspannungen kommen Blitzentladungen (LEMP = Lightning Electromagnetic Pulse), elektrostatische Entladungen (ESD = Electrostatic Discharge), durch Schaltvorgänge kapazitiv oder induktiv eingekoppelte elektromagnetische Impulse (EMP = Electromagnetic Pulse), nuklear-elektromagnetische Impulse (NEMP = Nuclear-Electromagnetic Pulse) sowie elektromagnetische Interferenz (EMI = Electromagnetic Interference) in Frage (Vergleiche hierzu Peter Panzer; Praxis des Überspannungs- und Störspannungsschutzes elektronischer Geräte und Anlagen, Vogel-Verlag Würzburg 1986).

Um unerwünschte Funktionsbeeinflussungen und Zerstörungen, insbesondere elektronischer Halbleiter-Schaltungen zu vermeiden, werden herkömmlicher Weise – oft auch als Funkenstrecke bezeichnete – gasgefüllte Überspannungsableiter verwendet. In Wechselstromnetzen löschen jedoch gasgefüllte Ableiter nach einer Ableitung in der Regel nicht, weil die Zeit im Nulldurchgang der Wechselspannung zu kurz ist, um den nachfließenden Strom (Kurzschlußstrom) aus dem Netz zu unterbrechen. Um das Löschen dennoch zu ermöglichen, werden daher den gasgefüllten Ableitern bekanntermaßen Varistoren in Serie (sogenannte Ventilableiter) geschaltet (vergleiche Walter Büchler, Walter Bosshard; Blitzschutz elektronischer Geräte und Anlagen, Eigenverlag Meteolabor AG, CH-8620 Wezikon, 1982, S.41).

Aus der DE-OS 36 11 793 und der DE-OS 36 06 287 sind Überspannungsschutzeinrichtungen für elektrische Anlagen bekannt, bei welchen die beiden Leitungen des Netzeingangs eines elektronischen Apparats jeweils über einen aus der Serienschaltung eines Varistors und eines Überspannungsableiters (Entladungsstrecke) gebildeten Ventilableiter an Schutzerde gelegt sind. Netzeitig sind zusätzlich als Grobschutz dienende Überstrombegrenzer (z.B. Schmelzsicherungen) in die Stromzuleitungen eingeschleift.

Die im Stand der Technik bekannte Schaltungsanordnung ist jedoch noch insofern nachteilig, als Überspannungen mit sehr steilen Anstiegsflanken (hohe Spannungssteilheit (dU/dt)) oder Überspannungen, die unterhalb der Varistor-Ansprechspannung liegen oder Überspannungen mit hoher Frequenzfolge noch nicht ausreichend gedämpft werden können.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist es somit, die aus dem Stand der Technik bekannte Überspannungsschutzeinrichtung unter Vermeidung o.g. Nachteile so auszubilden, daß sowohl Transienten hoher Spannungssteilheit und/oder hoher Frequenzfolge und/oder unterhalb der Varistor-Ansprechspannung liegende Spannungsspitzen optimal gedämpft werden können.

Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß durch das Kennzeichen des Anspruchs 1 gelöst.

Durch die erfundungsgemäß RC-Beschaltung des Varistors des jeweiligen Ventilableiters kann mittels einer auf die zu erwartende Überspannung eingestellten

Dimensionierung des Kondensators die auftretende Energie aufgenommen werden und durch den mit dem Kondensator in Reihe liegenden Widerstand einer eventuell auftretenden Schwingungsneigung entgegenwirkt werden. Da Varistoren bekanntlich aus Sinterkeramiken hergestellte Halbleiterbauelemente sind, die einen spannungsabhängigen nicht linearen Widerstand aufweisen, wobei die U-I-Kennlinie der Kennlinie zweier in Serie gegensinnig geschalteter Zener-Dioden ähnelt, kann die erfundungsgemäß RC-Beschaltung gleichzeitig als TSE-Schutz (TSE = Trägerstaueffekt) der Halbleiterventile dienen.

Weiter ist erfundungsgemäß vorgesehen, daß sowohl der jeweilige Varistor als auch die jeweilige RC-Beschaltung an die in die Stromversorgungsleitungen eingeschleiften Temperatursicherungen thermisch angekoppelt sind. Hierbei wird durch geeignete Dimensionierung erreicht, daß die als Grobschutz dienende jeweilige Temperatursicherung schon vor dem Auftreten kritischer Temperaturauswirkungen (Kennlinienveränderung, Bauelement-Zerstörung, Bauelement-Auslösung) den Hauptstrompfad unterbricht.

Vorteilhafte Ausführungen des Erfindungsgegenstandes sind in den Unteransprüchen näher gekennzeichnet.

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels soll die Erfindung näher erläutert und beschrieben werden.

Es zeigen:

Fig. 1 Die erfundungsgemäß Schaltungsanordnung mit den modularisierten Baugruppen I, II,

Fig. 2 die Schaltungsanordnung der jeweiligen modularisierten Baugruppe I, II nebst thermischer Ankopplung der Bauelemente untereinander,

Fig. 3 eine Seitenansicht des räumlichen Aufbaus der Bauelemente einer modularisierten Baugruppe I, II,

Fig. 4 eine Ansicht auf die auf einer Leiterplatte aufgebauten Bauelemente einer modularisierten Baugruppe I, II.

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfundungsgemäß Schaltungsanordnung zum Schutz elektronischer an Netzwechselspannung anzulegender Geräte und Anlagen vor Überspannungen. In einem Phasenleiter L ist zwischen einer netzeitigen Anschlußstelle L' und einer geräteseitigen Anschlußstelle L'' zwischen den Lötanschlüssen A_1 und A_2 eine bis 10 kA stoßstromfeste Temperatursicherung SI_1 (9) als Grobsicherung (10 A , Schaltpunkt bei $\vartheta_{crit} = 104^\circ\text{C}$) eingeschleift. In gleicher Weise ist in einen Null-Leiter N zwischen einer netzeitigen Anschlußstelle N' und einer geräteseitigen Anschlußstelle N'' zwischen Lötanschlüssen B_1 und B_2 eine zweite Temperatursicherung SI_2 (9) eingelötet.

Zwischen die Lötanschlüsse A_2 und B_2 ist eine Serienschaltung zweier Varistoren VDR_1 , VDR_2 gelegt, welche bei normalen Netz-Betriebsspannungen hochohmig sind. Ein die beiden Varistoren VDR_1 , VDR_2 verbindender Lötanschluß E ist über einen zwischengeschalteten, vorzugsweise edelgasgefüllten Überspannungsableiter $ÜsAg$ ($500\text{ V}/10\text{ kA}$) an einem geerdeten Schutzerleiter SL gelegt. Der Überspannungsableiter $ÜsAg$ stellt eine gewisse Isolation der Varistoren VDR_1 , VDR_2 gegenüber der Schutzerde dar, um erst ab einer definierten Überspannung einen Ableitstrom zuzulassen. Im Falle eines Störfalls, bei welchem gefährdende Überspannungsspitzen auf den Stromversorgungsleitungen L, N auftreten, wird der jeweilige Varistor VDR_1 , VDR_2 niedrohmig und der zugeordnete gasgefüllte Überspannungsableiter $ÜsAg$ kann nach Zündung seiner Funkenstrecke das gefährdende Potential zur Schutzerde hin

ableiten.

Jedoch kann insbesondere bei Überspannungen mit sehr steilen Anstiegsflanken dU/dt das auflaufende Potential bereits zu einer Schädigung des zu schützenden elektronischen Geräts geführt haben, bevor der jeweilige Varistor VDR_1 , VDR_2 niederohmig wird. Die gleiche Problematik tritt bei Überspannungen auf, die unterhalb der Varistor-Anspruchspannung liegen sowie bei Transienten mit hoher Frequenzfolge. Aus diesem Grunde ist dem Varistor VDR_1 eine Reihenschaltung aus einem ersten Widerstand R_1 und einem ersten Kondensator C_1 sowie dem zweiten Varistor VDR_2 eine Reihenschaltung aus einem zweiten Widerstand R_2 und einem zweiten Kondensator C_2 elektrisch parallel geschaltet. Hierdurch werden die anstehenden Spannungsspitzen optimal gedämpft. Die Grenzfrequenz des RC-Glieds ist so niedrig wie möglich anzusetzen, um im Bereich hoher Transienten-Frequenzen eine Dämpfung, bzw. sogar ein Saugverhalten zu erzielen.

Gleichzeitig ist in vorteilhafter Weise mit dieser vorstehend beschriebenen Beschaltung auch eine Schutz-Beschaltung der Varistoren VDR_1 , VDR_2 verbunden. Da Varistoren den Varistorstrom in Abhängigkeit von der Varistorspannung ändern und sich dieser Vorgang im Nano-Sekundenbereich abspielt, steigt als Folge einer steilen Überspannung der Strom im Varistor rasch an, so daß sich aufgrund der Induktivität des Elementes und seiner Anschlußdrähte ein als "Over-Shoot" bezeichneter Einschwingvorgang der Varistorspannung ergibt. Dieser ist bei Stromanstiegen von 100A/ms unbedeutend, kann aber bei 10kA/ms je nach Varistortyp bis 50% der eigentlichen Begrenzungsspannung ausmachen. Die meisten Varistoren überstehen einen "Over-Shoot" von 30%, ohne daß im Sintermaterial partielle Durchbrüche erfolgen und sich dadurch die Varistorspannung im 1-mA-Punkt ändert. Es ist daher nicht auszuschließen, daß der Varistor in Folge häufiger Beanspruchung seine Strom-Spannungs-Kennlinie verändert, d.h. niederohmiger wird und dadurch schon bei normaler Betriebsspannung einen unzulässigen Leckstrom führt. Dieser Leckstrom führt zu einer unzulässig hohen Erwärmung des Varistors, die u.U. seine Zerstörung herbeiführt. Insbesondere ist bei einer solchen Veränderung der Varistor-Kennlinie aber auch die Gefahr gegeben, daß am Varistor im Falle einer im Störfall abzuleitenden Überspannungsspitze nicht mehr ein hinreichend hoher Spannungsabfall entstehen kann. Da die für den Überspannungsschalter $ÜsAg$ erforderliche Zündspannung an der Funkenstrecke dann auch nicht mehr erreicht werden kann, ist die Ableitfunktion des Ventilableiters entscheidend gestört.

Aus diesem Grunde sind die in der Fig. 1 als Baugruppen I, II gestrichelt umrandeten Bauelemente auf einer Leiterplatte 1 modularisiert angeordnet und untereinander sowie mit der jeweiligen Temperatursicherung S_1 (ϑ), S_2 (ϑ) thermisch gekoppelt, so daß im Fall des Überschreitens einer kritischen Temperatur die jeweilige Temperatursicherung S_1 (ϑ), S_2 (ϑ) anspricht ($\vartheta_{crit} \approx 104^\circ C$) und den jeweiligen Hauptstrompfad L , N unterbricht. Hierbei wirkt sich sicherheitserhöhend aus, daß das über vorzugsweise in einer Steckdosenleiste zu integrierende, die erfundengemäß Schaltungsanordnung aufweisende Überspannungsschutzmodule zu schützende elektrische Gerät (z.B. Fernsehapparat, PC, Stereo-Anlage u.s.w.) erst nach erfolgter Reparatur (z.B. Modulaustausch) wieder an die Stromversorgung angeschlossen werden kann. Durch eine parallel zur jeweiligen Temperatursicherung S_1 (ϑ), S_2 (ϑ) liegende und in

Durchlaßrichtung gepolte Reihenschaltung einer Diode D_1 , D_2 , einer Leuchtdiode LED_1 , LED_2 sowie eines zu gehörigen LED-Strombegrenzungswiderstands R_3 , R_4 wird der Fehlerfall (thermische Überlast) angezeigt.

Fig. 2 zeigt das Schaltbild einer modularisierten Baugruppe I, II nebst thermischer Kopplung der in diesen Baugruppen I, II vorhandenen Bauelemente. Die am jeweiligen Widerstand R (470 Ω , 1/4 W), am jeweiligen Kondensator C (0,033 μF /250 V -) sowie am jeweiligen Varistor VDR auftretende Umgebungstemperatur ϑ wird über geeignete Materialien (Kupfer-Band, Wärmeleitpaste, Vergußmaterial) an die jeweilige Temperatursicherung S_1 (ϑ) weitergeleitet.

Die Fig. 3, 4 zeigen die räumliche Anordnung der in den Baugruppen I, II zusammengefaßten Bauelemente auf einer Leiterplatte 1. Die thermische Kopplung der Varistoren VDR_1 , VDR_2 , der Widerstände R_1 , R_2 sowie der Kondensatoren C_1 , C_2 mit der jeweiligen Temperatursicherung S_1 (ϑ), S_2 (ϑ) wird im wesentlichen durch ein vorzugsweise aus Kupfer gefertigtes Wärmeleitungsband 5, welches zwischen dem jeweiligen Varistor VDR_1 , VDR_2 und dem jeweiligen Kondensator C_1 , C_2 herausgeführt ist und in innigem Kontakt mit den Varistoren VDR_1 , VDR_2 , den Kondensatoren C_1 , C_2 den Widerständen R_1 , R_2 sowie den Temperatursicherungen S_1 (ϑ), S_2 (ϑ) steht. Um einen möglichst optimalen Wärmeübergang von den Bauelementen auf das Kupferband zu erreichen, kann das Kupferband angelötet oder umgewickelt werden. In eventuell verbleibende Zwischenräume kann auch eine Wärmeleitungspaste eingebracht werden. Nach Abdeckung der Anordnung mit einer Abdeckkappe 2 wird der verbleibende Hohlraum 3 mit einer elektrisch isolierenden und vorzugsweise wärmeleitenden Vergußmasse 4 ausgegossen. Neben einem hierdurch bewirkten mechanischen Schutz der Überspannungsschutzmodule gegen Umwelteinflüsse (z.B. Luftfeuchtigkeit) wird durch Einbringen der Vergußmasse 4 die Isolationsfestigkeit zwischen den Baulementen auf 40 kV/mm erhöht.

Bezugszeichenliste

1	Leiterplatte	
2	Abdeckkappe	
3	Hohlraum der Abdeckkappe 2	5
4	Vergußmasse	
5	Wärmeleitungsband	
$SI_1(\varnothing)$	1. Temperatursicherung	
$SI_2(\varnothing)$	2. Temperatursicherung	
VDR_1	1. Varistor	10
C_1	1. Kondensator	
C_2	2. Kondensator	
R_1	1. Widerstand	
R_2	2. Widerstand	
$ÜsAg$	edelgasgefüllter Überspannungsableiter	15
D_1	1. Diode	
D_2	2. Diode	
LED_1	1. Leuchtdiode	
LED_2	2. Leuchtdiode	
R_3	1. LED-Strombegrenzungswiderstand	20
R_4	2. LED-Strombegrenzungswiderstand	
L	Phasenleiter	
N	Null-Leiter	
SL	Schutzleiter	
A_1, A_2	Lötanschlüsse	25
A_3, A_4	Lötanschlüsse	
B_1, B_2	Lötanschlüsse	
B_3, B_4	Lötanschlüsse	
E_1, E_2	Lötanschlüsse	
δ	Kopplungs-Temperatur	30

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Schutz elektrischer Geräte und Anlagen vor Überspannungen, mit jeweils einer in eine erste Stromversorgungsleitung sowie in eine zweite Stromversorgungsleitung des zu schützenden elektrischen Geräts eingeschleiften Sicherung, mit einer die geräteseitigen Anschlüsse der beiden Sicherungen verbindenden Serienschaltung zweier Varistoren, wobei eine die beiden Varistoren verbindende Amschlußstelle über einen gasgefüllten Überspannungsableiter an einen geerdeten Schutzleiter angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet,
daß die beiden Sicherungen als Temperatursicherungen ($SI_1(\varnothing), SI_2(\varnothing)$) ausgebildet sind,
daß dem ersten Varistor (VDR_1) sowie dem zweiten Varistor (VDR_2) jeweils eine RC-Serienschaltung aus einem ersten Widerstand (R_1) und einem ersten Kondensator (C_1) bzw. aus einem zweiten Widerstand (R_2) und einem zweiten Kondensator (C_2) elektrisch parallel geschaltet ist und
daß sowohl die in einer modularisierten ersten Baugruppe (I) angeordneten elektrischen Bauelemente ($SI_1(\varnothing), VDR_1, R_1, C_1$) als auch die in einer modularisierten zweiten Baugruppe (II) angeordneten elektrischen Bauelemente ($SI_2(\varnothing), VDR_2, R_2, C_2$) untereinander thermisch leitend gekoppelt sind.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Varistoren (VDR_1, VDR_2) Zinkoxid-Varistoren sind.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die modularisierten Baugruppen (I, II) im wesentlichen eine Leiterplatte (1) aufweisen, auf welcher die jeweils zugeordneten Bauelemente ($SI_1(\varnothing), VDR_1, R_1, C_1; SI_2(\varnothing)$,

VDR_2, R_2, C_2) angeordnet und durch eine Abdeckkappe (2) abgedeckt sind, wobei jeweils Lötanschlüsse ($A_1, B_1, E_1; A_2, B_2, E_2$) nach außen herausgeführt sind.
4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Baugruppen (I, II) vorliegende thermische Kopplung durch ein vorzugsweise aus Kupfer bestehendes Wärmeleitungsband (5) und/oder eine einen Hohlraum (3) der Abdeckkappe (2) ausfüllende wärmeleitende sowie elektrisch isolierende Vergußmasse verwirklicht ist.
5. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der jeweilige Varistor (VDR_1, VDR_2) und der jeweilige Kondensator (C_1, C_2) der Baugruppen (I, II) unmittelbar benachbart angeordnet sind, und daß das zwischen dem jeweiligen Varistor (VDR_1, VDR_2) und dem jeweiligen Kondensator (C_1, C_2) herausgeführte sowie auf diesen Bauelementen ($VDR_1, C_1; VDR_2, C_2$) jeweils im innigen Kontakt aufliegende Wärmeleitungsband (5) um die jeweilige Temperatursicherung ($SI_1(\varnothing); SI_2(\varnothing)$) herumgewickelt ist.
6. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß elektrisch parallel zur jeweiligen Temperatursicherung ($SI_1(\varnothing); SI_2(\varnothing)$) jeweils eine Serienschaltung ($D_1, LED_1, R_3; D_2, LED_2, R_4$) einer Diode ($D_1; D_2$), einer Leuchtdiode ($LED_1; LED_2$) sowie eines LED-Strombegrenzungswiderstands ($R_3; R_4$) geschaltet ist, wobei die Dioden ($D_1; D_2$) und die Leuchtdioden ($LED_1; LED_2$) netzseitig gesehen in Durchlaßrichtung gepolt sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig.1

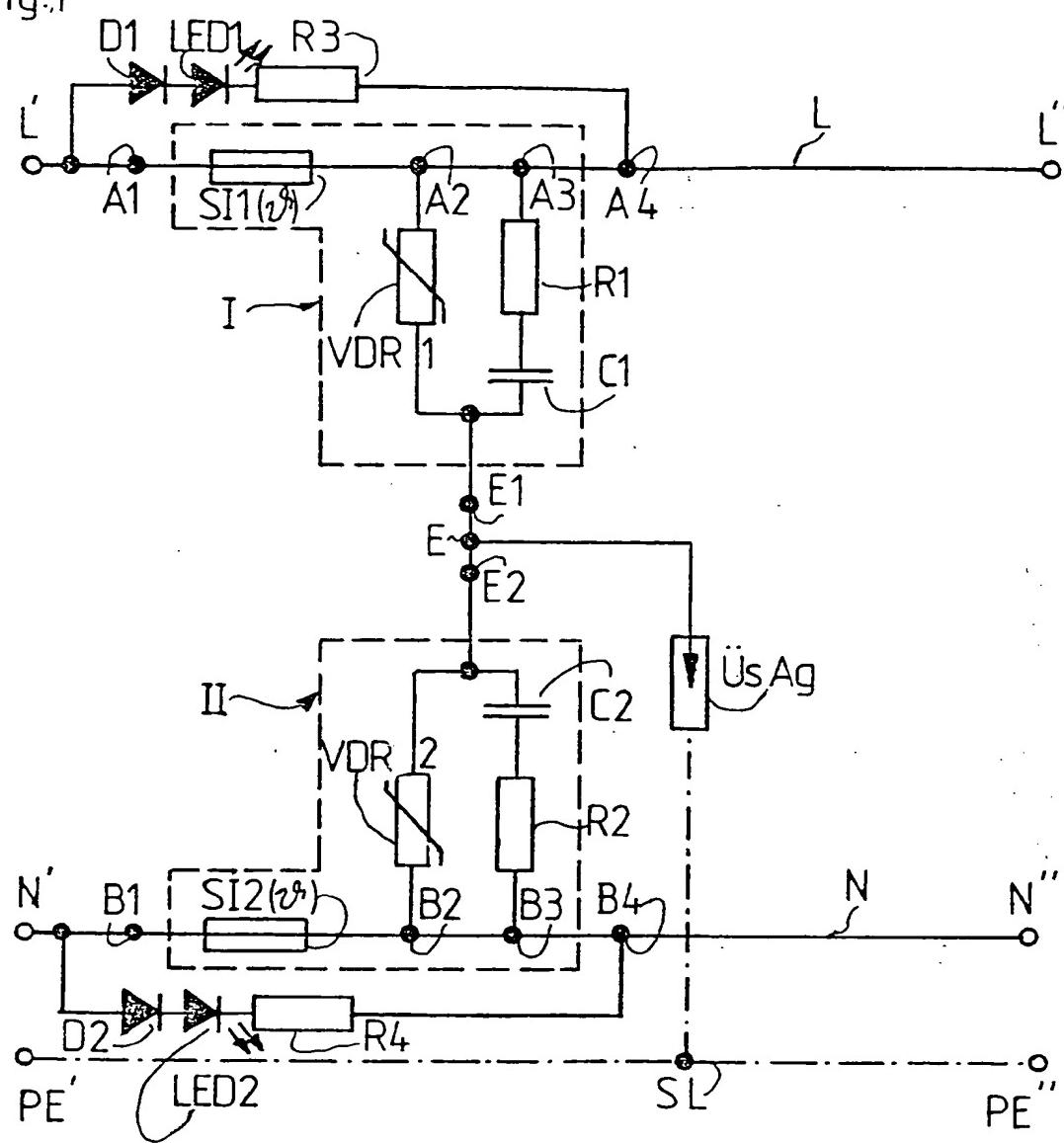


Fig.2

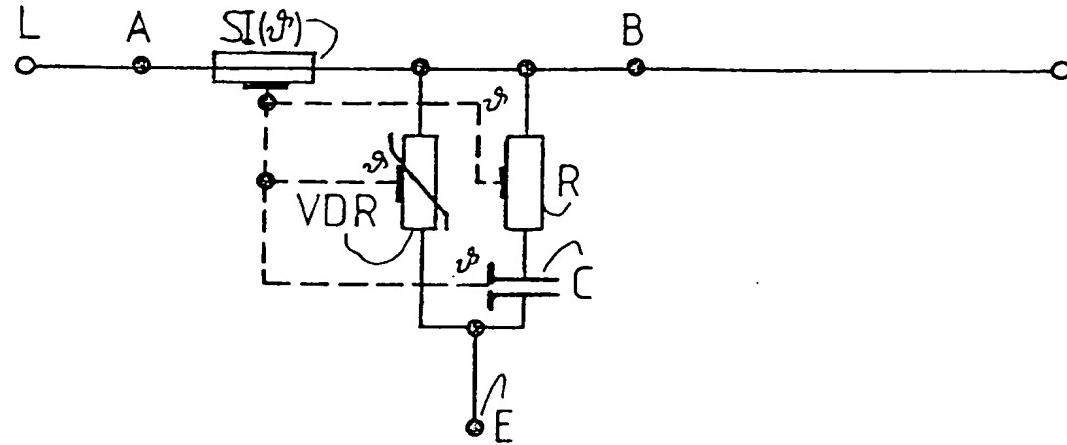


Fig. 3 VDR1, VDR2

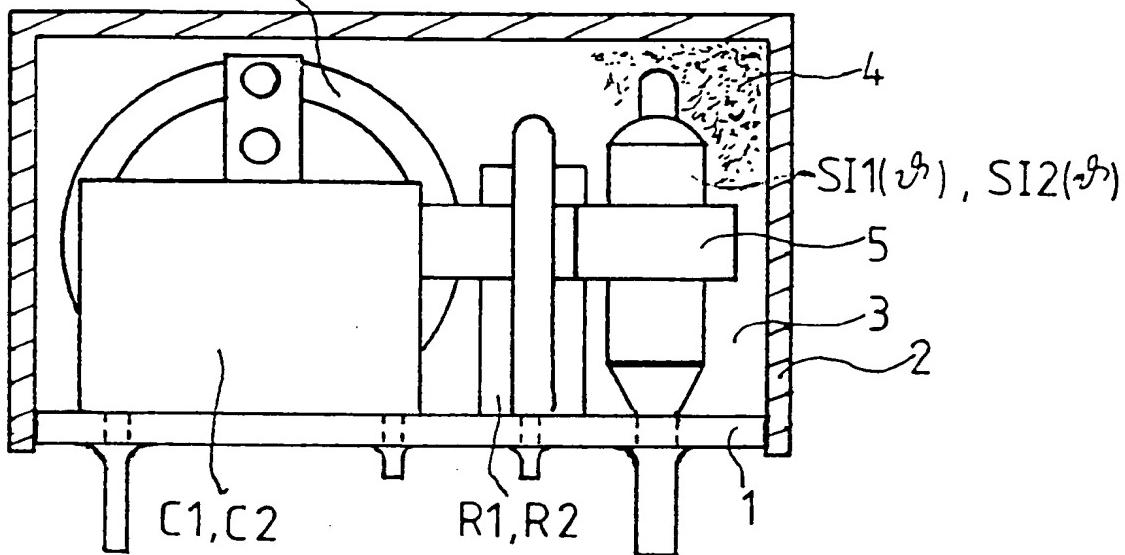


Fig. 4

